

Caractérisation du climat dans quatre terroirs de la zone soudano-sahélienne au Nord-Cameroun et conséquences pour l'agriculture

Mathurin M'BIANDOUN*, Hervé GUIBERT**, Jean Paul OLINA*

*IRAD, BP 415 Garoua, Cameroun

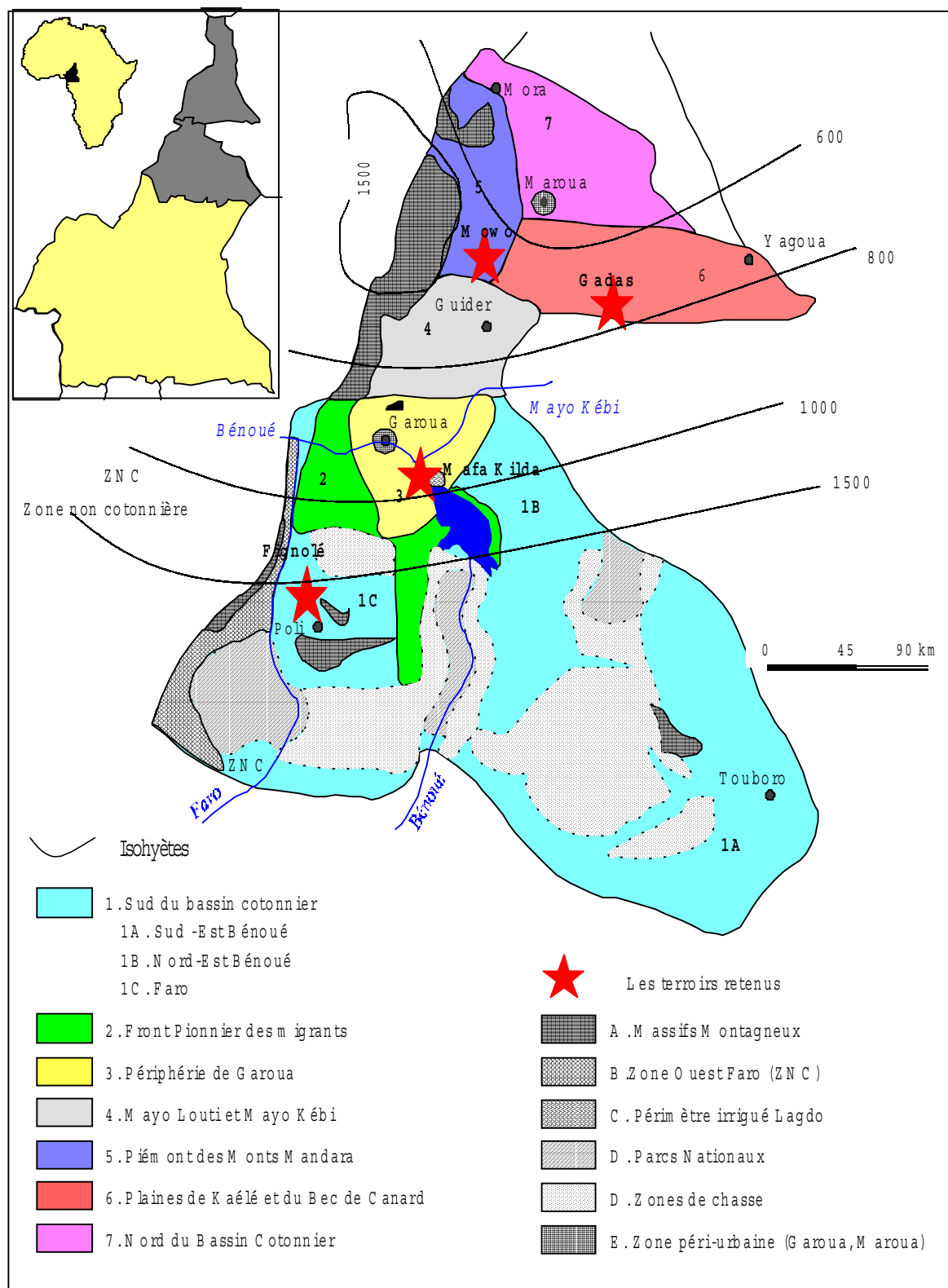
**CIRAD-IRAD, BP 415 Garoua, Cameroun

Résumé — Afin de montrer qu'en zone soudano sahélienne du Nord-Cameroun, caractériser le régime pluviométrique peut permettre d'identifier les principaux aléas dus au climat en culture pluviale, une étude a été menée dans quatre terroirs. Cette étude, fondée sur des analyses du régime pluviométrique et des analyses fréquentielles, a été faite sur la période 1970–2000. Il s'en dégage que la zone soudano sahélienne du Nord-Cameroun connaît quatre grands risques climatiques entraînant des problèmes agronomiques : i) une très grande variabilité de la pluviométrie dans l'espace et dans le temps ; ii) une agressivité des pluies et des problèmes d'érosion ; iii) une mauvaise répartition annuelle de la pluviométrie avec des « trous » pouvant intervenir en juin, juillet ou août et impliquant des stress hydriques ; iv) un risque d'arrêt précoce des pluies dans la 3^e décennie de septembre , entraînant un non bouclage du cycle des cultures semées tardivement.

Abstract — **Characterization of climate in four villages in the soudano-sahelian area of North Cameroon and consequences for agriculture.** In order to show that in the soudano-sahelian zone of North Cameroon, to characterize rain fall can permit us to identify the principle climate risks in the rainfed farming system, a study was conducted in four villages. It used statistical analysis and frequency distribution of rainfall pattern from 1970 to 2000. The results show that in this region, rainfall is characterized by four main risks: i) a very important rainfall variability from one place to another and from one year to another; ii) rainfall aggressiveness and erosion problems; iii) irregular annual rainfall distribution, with long periods without rain which can occur in June, July or August and cause water stress; iv) early stopping of the rainy season during the 3rd decade of September, resulting in an incomplete cycle of production of crops sowed lately.

Introduction et problématique

Le Cameroun est sous l'influence de deux masses d'air provenant des anticyclones situés de part et d'autre de l'Equateur. La première, située dans l'Atlantique Sud et appelée anticyclone de Sainte-Hélène, apporte sur le continent de l'air frais et humide. La seconde, centrée sur le Sahara, apporte de l'air chaud et sec avec l'harmattan. Ces deux masses d'air se rencontrent le long d'une zone de convergence appelée front inter-tropical (FIT) qui change de latitude suivant les saisons. De novembre à avril, le FIT se trouve au sud du 7° parallèle et le Nord-Cameroun est alors en saison sèche. De mai à octobre, il est au-dessus du 13° parallèle ; l'ensemble de la région est alors en saison des pluies. Toute la zone connaît donc un climat tropical à deux saisons très contrastées.



Source : Dugue et al., 1994 ; Isohyètes : M. M'biandoun

Figure 1. Situation des terroirs villageois étudiés et isohyètes dans le bassin cotonnier du Nord Cameroun.

La saison des pluies a une durée de 7 mois au sud de la Bénoué (d'avril à octobre) mais ne dure que 3 mois (juin à août) dans la région du Chari. La pluviosité moyenne annuelle s'échelonne de 500 mm dans l'Extrême-Nord à 1500 mm en bordure du 8^e parallèle. Au nord de l'isohyète 650 mm s'étend la zone sahélienne ; au sud de l'isohyète 1 000 mm se trouve la zone soudano-guinéenne. Entre les deux, on a une zone de transition dite soudano-sahélienne. Les limites géographiques de ces zones ne sont pas statiques, elles varient avec l'évolution du climat.

Les principales cultures de la région sont des cultures pluviales, qui n'utilisent donc que les précipitations de l'année pour boucler leur cycle. Selon les paysans, la production en culture pluviale en zone soudano-sahélienne présente plusieurs risques qu'ils sont incapables de contrôler certaines années. Nous confronterons cette opinion à nos propres résultats. Pour cela, nous caractériserons d'abord le climat de quatre terroirs représentatifs de cette zone, puis, à partir de quelques variables, nous analyserons ses effets sur la production agricole.

Méthodologie

Deux techniques différentes ont été utilisées : les analyses du régime pluviométrique de chaque terroir (moyenne, évolution pluriannuelle, courbe de tendance, jours successifs avec ou sans pluie, nombre de jours de pluie annuels, totaux pluviométriques annuels, etc.) et l'analyse fréquentielle des pluies.

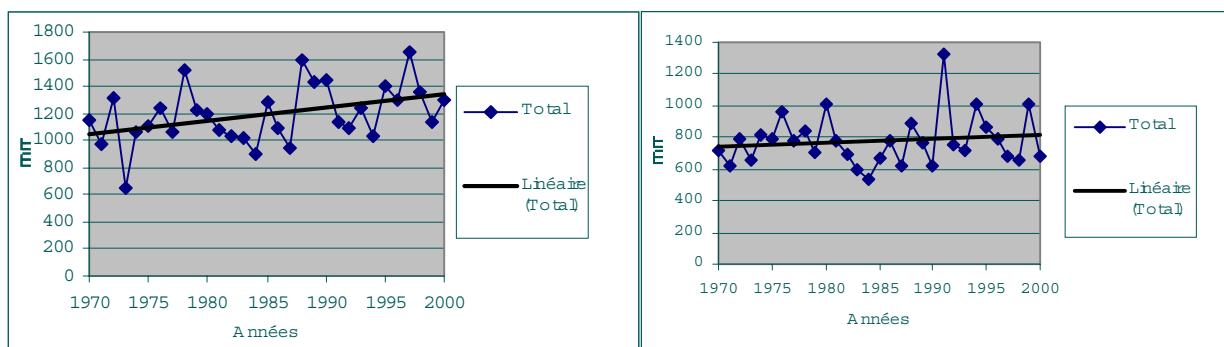
Toutes ces analyses sont faites à l'aide des logiciels SARRA (Clopes et Baron, 1991) et MAXIMA (Franquin et Forest, 1997), du CIRAD CA pour la période 1970–2000. La saisie des données et les graphiques sont réalisés avec le logiciel Excel. Les terroirs étudiés sont ceux de Mafa-Kilda, Mowo, Gadas et Fignolé (figure 1), pour lesquels les données pluviométriques utilisées sont, respectivement, celles de Sanguéré (au sud de Garoua), Maroua, Kaélé et Fignolé-IRAD.

Résultats

Quelques paramètres du climat de ces terroirs

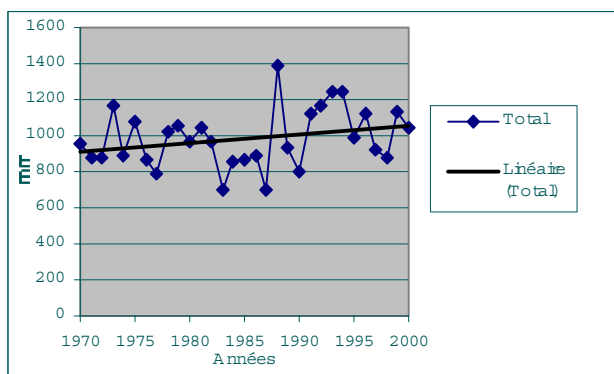
Evolution de la pluviométrie dans le temps

La figure 2 illustre l'évolution dans le temps de 1970 à 2000, dans chaque site. On note ici une importante variabilité interannuelle au niveau d'un même site, avec un total pluviométrique annuel qui peut varier de 300 à 400 mm selon les années, et une importante variabilité dans l'espace, c'est-à-dire d'un site à l'autre, passant de plus de 1 600 mm à Fignolé à moins de 600 mm à Maroua.

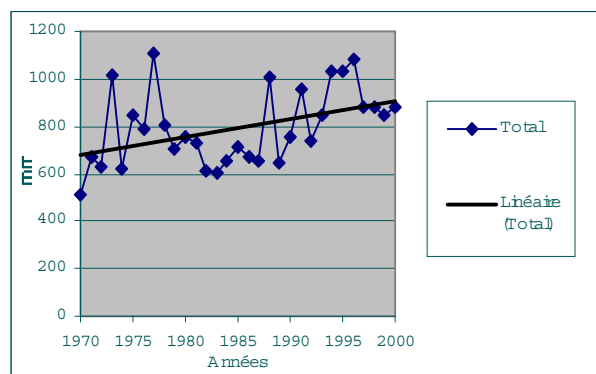


a) Fignolé

b) Maroua



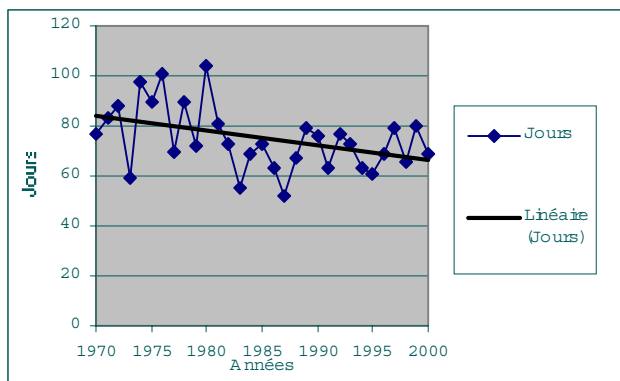
c) Sanguéré



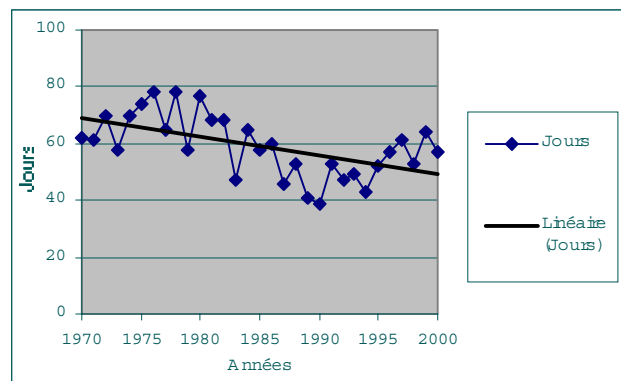
d) Kaélé

Figure 2. Evolution de la pluviométrie dans les quatre sites de 1970 à 2000.

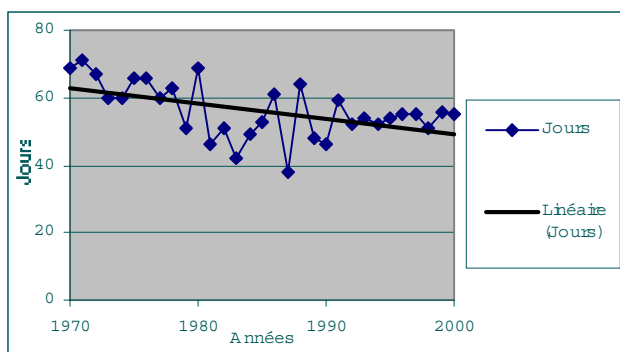
Un autre facteur qui témoigne de cette importante variabilité, est le nombre de jours de pluie par an. La figure 3 illustre cette variabilité pour chaque site, avec un nombre de jours de pluie qui peut varier de plus de 40 jours d'une année à l'autre et de plus de 20 jours d'un site à l'autre. Ceci a pour conséquence soit des volumes pluviométriques journaliers très importants (à cumul pluviométrique annuel voisin), avec donc des risques d'érosion accrus, soit une baisse du volume pluviométrique annuel total, avec des risques de stress hydrique.



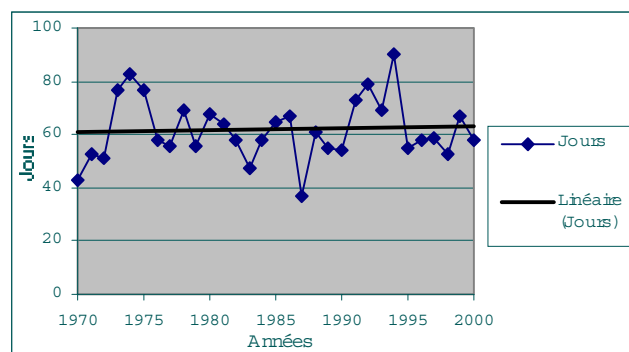
a) Figolé



b) Maroua



c) Sanguéré



Kaélé

Figure 3. Nombre de jours de pluies dans les quatre sites de 1970 à 2000.

Le coefficient K3 est le rapport entre les hauteurs des précipitations annuelles de l'année décennale humide et de l'année décennale sèche. Une faible valeur de K3 traduit une pluviométrie assez régulière d'une année à l'autre, alors qu'une forte valeur traduit le caractère irrégulier de la pluviométrie. Le tableau I donne les différentes valeurs de K3 pour 3 périodes de 10 ans et pour 4 sites différents.

Tableau I. Coefficient K3 d'irrégularité interannuelle à Fignolé, Kaélé, Maroua et Sanguéré.

	Fignolé			Sanguéré			Kaélé			Maroua		
	70-79	80-89	90-99	70-79	80-89	90-99	70-79	80-89	90-99	70-79	80-89	90-99
K3	2,32	1,76	1,57	2,13	1,66	1,47	1,54	1,95	2,16	1,33	2,00	1,43

On remarque dans le tableau I que K3 tend à baisser pour 2 sites (Fignolé et Kaélé) au cours des 30 années étudiées, ce qui indique une tendance à une régularité plus grande des précipitations. Par contre à Maroua, K3 augmente, montrant une tendance à l'accentuation de l'irrégularité des précipitations dans ce site. A Sanguéré, l'évolution est en dents de scie. L'évolution de K3 pendant ces trois décennies ne permet pas de se prononcer sur la tendance du régime pluviométrique.

Agressivité des précipitations

Selon Casenave et Valentin (1989) les intensités de pluies peuvent être classées de la manière suivante : i) forte à très forte, 40 à 100 mm/h, avec paroxysme à plus de 150-200 mm/h ; ii) moyenne, 10 à 30 mm/h ; iii) faible, < 10 mm/h. Pour la région, nous avons adapté la classification de Valentin afin de faire ressortir la classe 30–40 mm/h (fortes intensités) qui représente une forte proportion dans le régime pluviométrique de nos sites ; nous avons gardé les très fortes intensités (> 40 mm/h). par contre, les faibles intensités (10 – 30 mm/h) ne sont pas intéressantes pour notre étude.

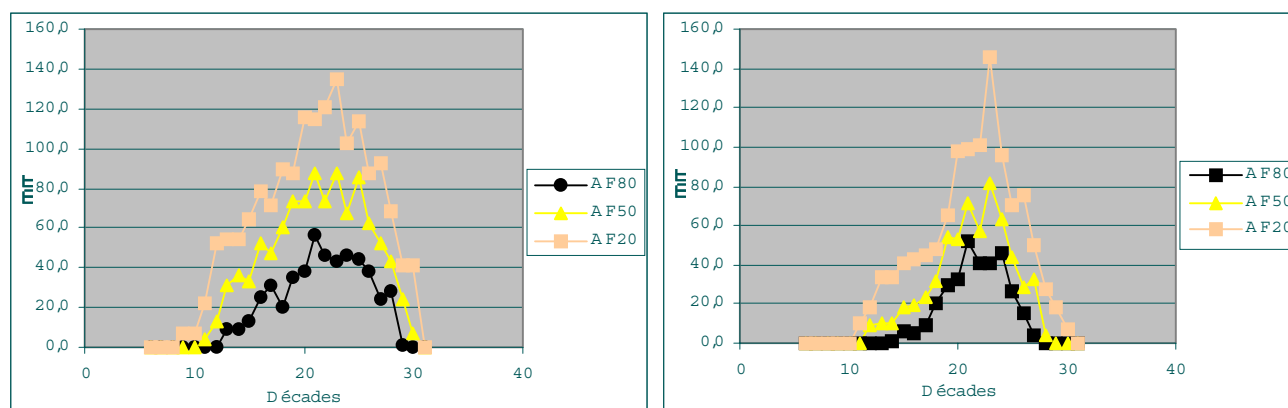
Tableau II. Pourcentage des pluies agressives par site.

Classes	Fignolé (%)	Sanguéré (%)	Kaélé (%)	Maroua (%)
30-40 mm/h	6,9	8,2	6	5,4
> 40 mm/h	8,7	9,4	6,9	7
Total	15,6	17,6	12,9	12,4

Le tableau II montre un important pourcentage des pluies agressives. Les intensités sont plus importantes dans les sites à volume pluviométrique élevé (Fignolé et Sanguéré). Cela est d'autant plus préoccupant que les sols de la région sont réputés fragiles (Brabant et Gavaud, 1985). Les premières pluies les trouvent complètement dénudés, sans aucune couverture végétale. Cela a pour conséquence une importante érosion que l'on observe dans les parcelles cultivées.

Analyses fréquentielles

La figure 4 montre les totaux pluviométriques décennaux que l'on peut espérer atteindre ou dépasser dans chaque site 8, 5 et 2 années/10, sur la base de la période 1970–2000.



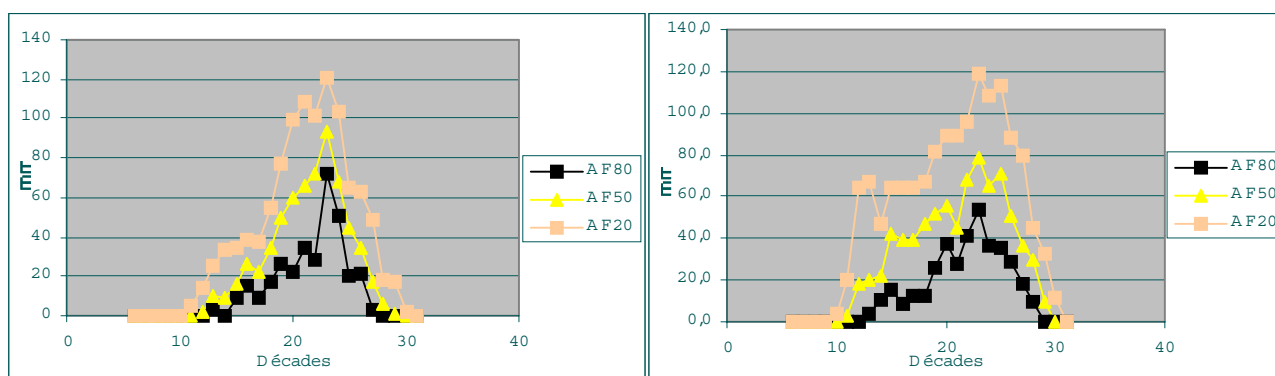


Figure 4. Analyse fréquentielle des pluies dans les quatre sites de 1970 à 2000 (8, 5 et 2 années/10)

L'analyse fréquentielle permet aussi de préciser le début et la fin de la saison des pluies, ainsi que les trous pluviométriques probables.

Tableau III. Début, fin de la saison des pluies et trous pluviométriques. Périodes calculées sur la série 1970 – 2000 pour l'occurrence 8 années sur 10.

	Fignolé	Sanguéré	Kaélé	Maroua
Début de saison des pluies ¹	1 ^{ère} décade de mai	1 ^{ère} décade de mai	1 ^{ère} décade de mai	1 ^{ère} décade de mai
Fin de saison des pluies ²	2 ^e décade d'octobre	1 ^{ère} décade d'octobre	3 ^e décade de septembre	3 ^e décade de septembre
Trous pluviométriques ³	3 ^e décade de juin	1 ^{ère} décade de juin	1 ^{ère} décade d'août	1 ^{ère} décade d'août
Début effectif de la saison de culture ⁴	3 ^e décade de mai	2 ^e décade de mai	3 ^e décade de juin	3 ^e décade de juin

1. Jour de l'année où l'on enregistre la première pluie ; 2. Jour de l'année où l'on enregistre la dernière pluie ;

3. Période sans pluie de plus de 10 jours (cumul décadaire < 10 mm) ; 4. Cumul pluviométrique décadaire ≥ 15 mm.

Les variables début de la saison de pluie et début effectif de la saison de culture illustrent les problèmes de mise en place des cultures qui se posent aux paysans des zones septentrionales. Pour les postes de Kaélé et Maroua, la première pluie arrive ainsi pendant la première décade de mai, mais la première pluie utile (celle qui permet de semer avec sécurité ou de labourer) n'arrive qu'à la troisième décade de juin ! La situation est plus favorable pour les postes plus au sud (Sanguéré et Fignolé) où le décalage n'est que de deux décades. Semer dès les premières pluies sans attendre le début effectif de la saison de culture expose les paysans à ce que les semis échouent et soient à reprendre.

Nombre de jours successifs sans pluie

Ce paramètre permet de prévoir les périodes à risque dans le calendrier agricole de chaque site étudié. Le tableau IV présente la fréquence pour différentes durées de « jours successifs sans pluie ».

Pour une durée de 26 à 30 jours successifs sans pluie, un tel trou peut survenir dans tous les sites une fois tous les 10 ans. Pour des trous de 11 à 15 jours, l'occurrence est pratiquement annuelle dans tous les sites.

Ceci permet de dire que le producteur doit s'attendre à un stress hydrique occasionné par un manque de pluie d'une durée de 11 à 15 jours, au moins une fois par an quel que soit le site. Ceci est d'autant plus grave que cette rupture d'approvisionnement en eau de pluie intervient généralement pendant les mois de juillet ou d'août, où les plantes sont en plein développement ou alors pendant la phase de fécondation ou de grossissement du grain.

L'utilisation de la bonne date de semis (date optimale de semis) permet de s'affranchir de cet aléa.

Tableau IV. Nombre d'apparition annuelle de jours successifs sans pluies. Occurrence sur la période 1970 – 2000.

Durée	Figbolé	Sanguéré	Kaélé	Maroua
	Fréquence	Fréquence	Fréquence	Fréquence
1-2 j	32	27	23,4	23,2
3-5 j	10,7	12,6	9,8	9,6
6-10 j	3,6	3,8	4,2	3,6
11-15 j	0,8	0,9	0,8	1
16-20 j	0,2	0,2	0,3	0,3
21-25 j	0,1	0	0,2	0,1
26-30 j	0,1	0,1	0,1	0,1

Conséquence pour l'agriculture

Les risques dus au climat

Les risques liés au climat sont donc nombreux et entraînent des problèmes agronomiques : i) une très grande variabilité de la pluviométrie dans l'espace et dans le temps, ce qui pose des problèmes de représentativité des données pluviométriques ; ii) une agressivité des pluies qui entraîne des problèmes d'érosion ; iii) une mauvaise répartition annuelle de la pluviométrie avec des « trous » pouvant intervenir en juin, juillet ou août et impliquant des stress hydriques ; iv) un risque d'arrêt précoce des pluies dans la 3^e décennie de septembre , entraînant un non bouclage du cycle des cultures semées tardivement.

Représentativité des données pluviométriques dans l'espace

Dans cette zone à pluviométrie mal répartie, les différences de rendement s'expliquent (lorsque aucun autre facteur n'est limitant) par des différences d'alimentation en eau de l'ordre du millimètre (Reyniers F.N, Forest F, 1988). Or la grande variabilité spatiale de la pluviométrie demande d'être très prudent lorsqu'on généralise les données d'un poste pluviométrique à une zone ou une région. Surtout si ceci est fait en vue de comparer les rendements.

L'érosion

L'étude de l'agressivité des pluies dans la zone montre que plus on avance dans l'hivernage, plus les pluies sont érosives. Il faut donc couvrir les sols le plus tôt possible, afin que les grosses pluies de juillet et août ne les trouvent pas nus. Mais les pluies d'avril ou mai peuvent aussi avoir une forte intensité et donc être très agressives vis-à-vis des sols.

Stress hydrique et non bouclage du cycle de culture

Au cours de son cycle de culture, la plante peut subir des stress hydriques dont les effets sur le rendement sont plus ou moins importants selon l'époque à laquelle ils se produisent et selon les cultures : le maïs est ainsi très sensible au stress hydrique durant les 30 à 40 premiers jours, alors que le coton sera plus sensible en fin de cycle ; un arrêt précoce des pluies peut alors, dans certaines zones, empêcher les cultures de boucler leur cycle.

Discussion et conclusion

Dans la zone d'étude, les cultures pluviales peuvent avoir une mauvaise alimentation hydrique du fait d'un régime pluviométrique caractérisé par une grande variabilité temporelle, une mauvaise répartition au cours de la saison des pluies ; de plus, l'importante agressivité des pluies peut entraîner de sérieux problèmes d'érosion si les sols sont à nu.

Cette mauvaise alimentation hydrique a des conséquences sur la production, comme l'ont montré plusieurs études : sur riz pluvial, Forest et Kalms (1984), ont montré que l'ETR du cycle simulé permet de prévoir la production à certaines conditions ; sur maïs, mil et arachide, Forest et Clopes (1994), ont créé un nouvel indice appelé $IRES = ETR_{cycle} \times ETR/ET_{période\ critique}$ et qui permet d'estimer le rendement $RDT = a \cdot IRES + b$, où le terme a est dépendant de l'efficacité de l'eau consommée (dans la situation des cultures des paysans soudano-sahéliens, celle-ci est généralement comprise entre 2 et 5 kg/ha/mm). La date optimale de semis est celle correspondant à un indice de rendement espéré (IRES) maximal.

Les paysans doivent donc essayer de minimiser les risques climatiques en calant au mieux le cycle de leur culture dans la saison. Des dates optimales de semis, qui intègrent les facteurs climatiques, ont ainsi été déterminées afin que les cultures puissent profiter de bonnes conditions de germination, de développement et de production.

Bibliographie

BRABANT P., GAVAUD M., 1985. Les sols et les ressources en terre du Nord Cameroun. Paris-Yaoundé, ORSTOM/MESRES/IRA, Notice Explicative n° 103, 285 p.

CASENAVE A., VALENTIN C., 1989. Les états de surface de la zone sahélienne. Paris, ORSTOM, Collection Didactique, 229 p.

CLOPES A., BARON C., 1991. Présentation du logiciel SARRA, système d'analyse régionale du risque climatique CIRAD-CA Montpellier.

DUGUE P., KOULANDI I., MOUSSA C., 1994. Diversité et zonage des situations agricoles et pastorales de la zone cotonnière du Nord Cameroun IRA-Projet Garoua.

FOREST F., KALMS J.M., 1984. Influence du régime d'alimentation en eau sur la production pluviale. Simulation du bilan hydrique. L'Agron. Trop., 39 (1) : 42-50

FOREST F., 1984. Simulation du bilan hydrique des cultures pluviales, Modèle BIP4 ; IRAT-DEVE Montpellier, 30 p.

FOREST F., CLOPES A. 1994. Contribution à l'explication de la variabilité du rendement d'une culture de maïs plus ou moins intensifiée à l'aide d'un modèle de bilan hydrique amélioré. In Reyniers F.N. (éd.), Netoyo L. (éd.). Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale, vers une gestion des flux hydriques par le système de culture. Séminaire international sur la gestion agroclimatique des précipitations, Bamako, Mali, 9-13 octobre 1991. Paris, J. Libbey Eurotext, p. 3-15.

FRANQUIN P., FOREST F., 1997. Des programmes pour l'évaluation et l'analyse fréquentielle des termes du bilan hydrique. Agron. Trop. 32 (1) : 7-11

GUIBERT H., M'BIANDOUN M., OLINA J.P., 2000. Diagnostic et amélioration des systèmes de culture au Nord-Cameroun. Fiche technique. PRASAC, N'Djamena, Tchad, IRAD, Garoua, Cameroun, 2 p.

REYNIERS F-N, FOREST F., 1998. Améliorer l'alimentation hydrique et son efficacité en agriculture pluviale en Afrique au sud du Sahara. Agriculture irriguée en Afrique. Séminaire ILRI/CTA, Harare, Zimbabwe, 25-29 avril 1988. CTA/ILRI, p. 1-24.

VALLEE G., M'BIANDOUN M., FOREST F., 1996. Semis direct dans l'aménagement de Sanguéré-Djalingo (Cameroun). Cahiers Agricultures 1996, 5 : 161-169.